

S4 1 PN="2000-277412"
?t 4/5/1

4/5/1
DIALOG(R) File 347:JAPIO
(c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06691582 **Image available**
PROJECTION ALIGNER MOUNTING INTERFEROMETER THEREON

PUB. NO.: 2000-277412 [JP 2000277412 A]
PUBLISHED: October 06, 2000 (20001006)
INVENTOR(s): KONOUCI OSAMU
MURAKAMI EIICHI
APPLICANT(s): CANON INC
APPL. NO.: 11-079287 [JP 9979287]
FILED: March 24, 1999 (19990324)
INTL CLASS: H01L-021/027; G03F-007/20

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable optical performance of a projection optical system to be measured readily and highly accurately in a short time on a projection aligner body under various illumination conditions, by providing an interferometer for measuring optical characteristics of a projection optical system by using the exposure light from an exposure light source.

SOLUTION: After the exposure light reflected by an optical path switching mirror 3 passes through a take-around optical system 6, means 7 to 9, mirrors 10, 11, a lens 12 and a reticle 15 and is imaged on a wafer 17 by a projection optical system 16, it is reflected by a spherical mirror 20 on a stage 19 and proceeds reversely on an optical path to the mirror 10 and enters an interferometer 29. In the interferometer 29, it is divided into transmission light and reflection light by the mirror 21. After a central part of reflection light is enlarged by a beam expander 23 after reflected by the mirror 22, the reflection light transmits the mirror 24 and is made reference beam. Transmission light is reflected by mirrors 25, 24. Transmission light and reference beam overlap each other by a CCD camera 28 and an interference fringe is formed. The interference fringe includes wave surface aberration and shape error information of an optical system such as the projection optical system 16, the lens 12 and the spherical mirror 20.

COPYRIGHT: (C)2000, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-277412

(P2000-277412A)

(43) 公開日 平成12年10月6日 (2000.10.6)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-ト-ト (参考)

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 1 6 C 5 F 0 4 6

G 0 3 F 7/20

5 2 1

G 0 3 F 7/20

5 2 1

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平11-79287

(22) 出願日

平成11年3月24日 (1999.3.24)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 此内 修

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72) 発明者 村上 栄一

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

Fターム(参考) 5F046 BA04 BA05 CA04 CB01 CB22

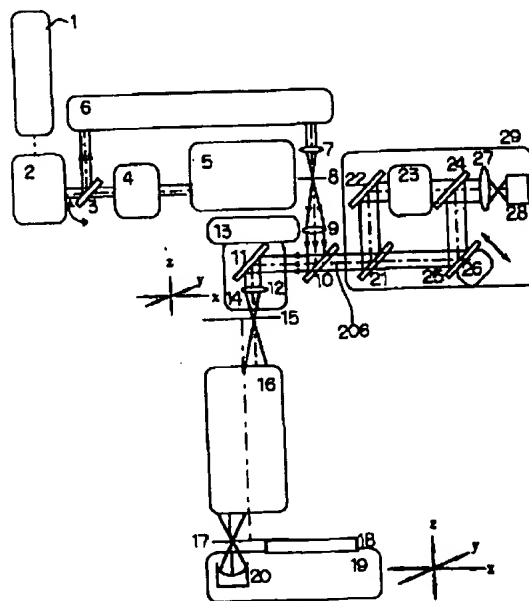
DA13 DB01 DB11 DC02

(54) 【発明の名称】 干渉計を搭載した投影露光装置

(57) 【要約】

【課題】 レチクル面上のパターンをウエハー面上に投影する投影光学系の波面収差、像面湾曲等の光学性能を測定することができる干渉計を搭載した投影露光装置を得ること。

【解決手段】 露光光源と、該露光光源からの露光光で第1物体を照明する照明系と、該照明系からの露光光で照明された第1物体上のパターンを第2物体上に投影露光する投影光学系と、該露光光源からの露光光を利用して該投影光学系の光学特性を測定する干渉計とを有していることを特徴とする投影露光装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 露光光源と、該露光光源からの露光光で第1物体を照明する照明系と、該照明系からの露光光で照明された第1物体上のパターンを第2物体上に投影露光する投影光学系と、該露光光源からの露光光を利用して該投影光学系の光学特性を測定する干渉計とを有していることを特徴とする投影露光装置。

【請求項2】 前記干渉計は前記投影光学系の波面収差又は像面湾曲、又はディストーションを測定していることを特徴とする請求項1の投影露光装置。

【請求項3】 前記干渉計は前記投影光学系の第1物体側に配置されていることを特徴とした請求項1の投影露光装置。

【請求項4】 前記干渉計は前記投影光学系の第2物体側に配置されていることを特徴とした請求項1の投影露光装置。

【請求項5】 前記照明系は前記露光光源からの露光光をインコヒーレント化して前記第1物体に導光するインコヒーレント手段を有しており、該露光光源と該インコヒーレント手段との間には光路切換ミラーが設けられており、該光路切換ミラーを用いて露光光を前記干渉計、又は該インコヒーレント手段に導光していることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項の投影露光装置。

【請求項6】 前記干渉計は前記第1物体面上、又は第2物体面上に集光し、発散してくる光束を平行光とする光路中より挿脱可能なコリメーターレンズを有していることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項の投影露光装置。

【請求項7】 前記干渉計は参照光と被検光の光路長を一致させる機能を有することを特徴とする請求項1から6のいずれか1項の投影露光装置。

【請求項8】 前記干渉計は前記第1物体面上に集光し、発散してくる光束を平行光とするコリメーターレンズを有し、該コリメーターレンズは前記第1物体と第2物体との位置合わせのためのアライメントスコープを構成する対物レンズと兼用していることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項の投影露光装置。

【請求項9】 前記投影光学系の第1物体面側又は第2物体面側には反射手段が設けられており、該反射手段で該投影光学系を通過してきた光を反射させて元の光路に戻し、前記干渉計に導光していることを特徴とする請求項1から8のいずれか1項の投影露光装置。

【請求項10】 前記反射手段は球面ミラー又は平面ミラーであることを特徴とする請求項9の投影露光装置。

【請求項11】 前記反射手段は前記第2物体を載置し、移動可動な可動ステージ上に設けられていることを特徴とする請求項9の投影露光装置。

【請求項12】 前記投影光学系の像面湾曲の測定は、前記干渉計により測定された波面に含まれる回転対称成分と前記波面の測定時の前記干渉計のコリメーターレン

ズと前記反射手段の光軸方向の座標位置から求めることを特徴とした請求項9の投影露光装置。

【請求項13】 前記投影光学系のディストーションの測定は前記干渉計により測定された波面に含まれる回転非対称成分と前記波面を測定時の前記干渉計のコリメーターレンズと前記反射手段の光軸直交方向の座標位置から求めることを特徴とした請求項9の投影露光装置。

【請求項14】 前記回転対称成分はパワー成分であることを特徴とした請求項12の投影露光装置。

10 【請求項15】 前記回転非対称成分は傾き成分であることを特徴とした請求項13の投影露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は投影露光装置に関し、例えばICやLSI等の半導体デバイスやCCD等の撮像デバイスや液晶パネル等の表示デバイスや磁気ヘッド等のデバイスを製造する際に、マスクやレチクル（以下「レチクル」と総称する）面上の電子回路パターンをウエハー面上に投影光学系を介して投影露光又は走査露光し、高集積度のデバイスを得るリソグラフィ工程で用いる投影露光装置に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、半導体デバイスや液晶パネル等のデバイスをフォトリソグラフィ技術を用いて製造する際には、レチクル面上のパターンを投影光学系を介してフォトリソグロフ等が塗布されたウエハー又はガラスプレート等の感光基板上に露光転写している。

【0003】近年IC、LSI等のデバイスの高集積化がますます加速度を増しており、これに伴う半導体ウエハーの微細加工技術の進展も著しい。この微細加工技術の中心をなす投影露光装置として、円弧状の露光領域を持つ等倍のミラー光学系に対してマスクと感光基板を走査しながら露光する等倍投影露光装置（ミラープロジェクションアライナー）やマスクのパターン像を屈折光学系により感光基板上に形成し、感光基板をステップアンドリピート方式で露光する縮小投影露光装置（ステッパー）等がある。

【0004】最近では、投影露光装置に搭載される投影光学系の高解像力化が進み、それに伴い投影光学系の収差補正にも厳しい要求がなされている。そのため露光装置本体に投影光学系を搭載した後に投影光学系の光学性能を測定し検査することが不可欠となっている。

【0005】そのために、従来より露光装置本体上での投影光学系の性能、特に収差に関する検査はレチクル上の光透過部に複数の透光パターン（ラインアンドスペース等）を設け、ウエハーにこのパターンを実際に焼き付け、そのレジスト像を電子顕微鏡等を用いて観察し検査することによりなされている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】投影光学系の光学性能

を検査する方法として、ウエハー上に焼き付けられたレジスト像を電子顕微鏡を用いて観察して検査する方法は、露光工程、現像工程等の煩雑な作業を経た後にレジスト像を得るために検査が複雑になり、その結果、検査全体として長時間を必要とするという問題があった。

【0007】又、レジスト像の検査には高精度な計測装置が必要であり、現存する装置としては走査型電子顕微鏡(SEM)のみである。しかし、SEMの測定制度は電子光学系の光軸合わせ精度、内部の真空度等によって変化し、作業者の個人差や装置の状態等により測定値に差が生じるという問題があった。

【0008】加えて、ウエハー上に形成したレジスト像の検査を行うため、レジスト工程(塗布や現像)に誤差が生じた場合には検査精度が悪く、特に検査の再現性が悪いという問題があった。更に、実際のデバイスの焼付けに使用される照明条件毎に焼付けを行う必要があるため、やはり検査に大きな労力を要するという問題があった。

【0009】又、近年ではますます進むデバイスの微細化傾向に伴い、投影光学系には一層の光学性能を維持することが要求されつつある。例えば輸送時の投影光学系の光学性能の微妙な変化を設置時に測定し、光学性能が最良となるように設置後に再調整をする必要も生じている。

【0010】一方では、照明条件の変化に伴う投影光学系の光学性能の変化を極力低減させる必要も生じつつある。そのために、露光装置本体上で様々な照明条件のもとでの投影光学系の性能を短時間で簡便に測定する必要が生じつつある。

【0011】又、実際の露光工程では露光とともに投影光学系が照明系により暖められ、像性能が変化してしまうという問題が生じている。この場合、露光装置上では投影光学系の波面収差測定や像評価を行う手段は無く、又調整する手段も無いため、装置の動作を止める等の処理しかできないのが現状である。

【0012】本発明は、投影露光装置本体上で様々な照明条件においても投影光学系の光学性能を簡便に短時間で高精度に測定し検査することが可能な干渉計を搭載した投影露光装置の提供を目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明の投影露光装置は、露光光源と、該露光光源からの露光光で第1物体を照明する照明系と、該照明系からの露光光で照明された第1物体上のパターンを第2物体上に投影露光する投影光学系と、該露光光源からの露光光を利用して該投影光学系の光学特性を測定する干渉計とを有していることを特徴としている。

【0014】請求項2の発明は請求項1の発明において、前記干渉計は前記投影光学系の波面収差又は像面湾曲、又はディストーションを測定していることを特徴と

している。

【0015】請求項3の発明は請求項1の発明において、前記干渉計は前記投影光学系の第1物体側に配置されていることを特徴としている。

【0016】請求項4の発明は請求項1の発明において、前記干渉計は前記投影光学系の第2物体側に配置されていることを特徴としている。

【0017】請求項5の発明は請求項1から4の発明において、前記照明系は前記露光光源からの露光光をインコヒーレント化して前記第1物体に導光するインコヒーレント手段を有しており、該露光光源と該インコヒーレント手段との間には光路切換ミラーが設けられており、該光路切換ミラーを用いて露光光を前記干渉計、又は該インコヒーレント手段に導光していることを特徴としている。

【0018】請求項6の発明は請求項1から5の発明において、前記干渉計は前記第1物体面上、又は第2物体面上に集光し、発散してくる光束を平行光とする光路中より挿脱可能なコリメーターレンズを有していることを特徴としている。

【0019】請求項7の発明は請求項1から6の発明において、前記干渉計は参照光と被検光の光路長を一致させる機能を有することを特徴としている。

【0020】請求項8の発明は請求項1から5の発明において、前記干渉計は前記第1物体面上に集光し、発散してくる光束を平行光とするコリメーターレンズを有し、該コリメーターレンズは前記第1物体と第2物体との位置合わせのためのアライメントスコープを構成する対物レンズと兼用していることを特徴としている。

【0021】請求項9の発明は請求項1から8の発明において、前記投影光学系の第1物体面又は第2物体面には反射手段が設けられており、該反射手段で該投影光学系を通過してきた光を反射させて元の光路に戻し、前記干渉計に導光していることを特徴としている。

【0022】請求項10の発明は請求項9の発明において、前記反射手段は球面ミラー又は平面ミラーであることを特徴としている。

【0023】請求項11の発明は請求項9の発明において、前記反射手段は前記第2物体を載置し、移動可能な可動ステージ上に設けられていることを特徴としている。

【0024】請求項12の発明は請求項9の発明において、前記投影光学系の像面湾曲の測定は、前記干渉計により測定された波面に含まれる回転対称成分と前記波面の測定時の前記干渉計のコリメーターレンズと前記反射手段の光軸方向の座標位置から求めることを特徴としている。

【0025】請求項13の発明は請求項9の発明において、前記投影光学系のディストーションの測定は前記干渉計により測定された波面に含まれる回転非対称成分と

前記波面を測定時の前記干渉計のコリメーターレンズと前記反射手段の光軸直交方向の座標位置から求めることを特徴としている。

【0026】請求項14の発明は請求項12の発明において、前記回転対称成分はパワー成分であることを特徴としている。

【0027】請求項15の発明は請求項13の発明において、前記回転非対称成分は傾き成分であることを特徴としている。

【0028】

【発明の実施の形態】図1は本発明の干渉計を搭載した投影露光装置の実施形態1の要部概略図である。本実施形態の投影露光装置は通常のステッパー又は走査型（スキャンタイプ）のステッパー（投影露光装置）に適用した場合を示している。

【0029】図1において、例えばエキシマレーザー（ArFエキシマレーザー、KrFエキシマレーザー）等の露光光源1から出射した光束はビーム整形光学系2により光軸に対して対称なビーム形状に変換し、光路切換ミラー3に導光している。光路切換ミラー3は通常の露光時は光路外に配置されている。ビーム整形光学系2を射出した光束はインコヒーレント化ユニット4へ入射し、可干渉性を低下させた後に照明光学系5を透過し、レチクル（第1物体）面14を照明する。各要素2、4、5は照明系の一要素を構成している。16は投影レンズであり、レチクル面14上のパターンをウエハー（第2物体）面17に投影している。

【0030】次に本実施形態の干渉計の構成について説明する。

【0031】光路切換ミラー3は露光時以外に光路中に配置されている。ビーム整形光学系2からの露光光束は光路切換ミラー3により反射され、引き回し光学系6へと導かれ、レチクル面15の近傍に配置された干渉計29付近へと導光される。ここで引き回し光学系6は、通常複数枚の反射ミラーで構成されるがファイバーを用いて導光しても良い。その際は、偏波面保存ファイバーであることが好ましい。引き回し光学系6から出射した光束は集光レンズ7により一点に集められる。ここで、集光レンズ7の焦点近傍にはピンホール8が配置されている。ピンホール8を通過した光束は、コリメーターレンズ9により平行光へと変換される。ここでピンホール8の径はコリメーターレンズ9の開口数によって決まるエアリーディスクと同程度に設定されている。この結果、ピンホール8から射出した光束はほぼ理想的な球面波となっている。又、コリメーターレンズ9はほぼ無収差に設計製作されている。従って、コリメーターレンズ9からの光束はほぼ理想的な平面波となて出射する。コリメーターレンズ9からの平行光はハーフミラー10により反射され、XYZステージ13上に配置された平面ミラー11、コリメーターレンズ12へと導かれる。

【0032】コリメーターレンズ12への光束の経路に関して図2を用いて詳細に説明する。ハーフミラー10により反射された光束206は、固定ミラー204によりY軸方向に折り曲げられ、その後、Yステージ201上に配置されたミラー205によりX軸方向に反射される。更にXステージ202上に配置されたミラー11によりZ軸方向へ向きを変え、Zステージ203上に配置されたコリメーターレンズ12により図1におけるレチクル面15に集光される。以上説明した経路をたどり、XYZステージ13を移動させることによりハーフミラー10から反射された光束をレチクル15面上の任意の点に集光することを可能としている。ここでXYZステージ13を移動させてコリメーターレンズ12が光路中より挿脱するようにしている。レチクル面15に集光された光束は投影レンズ16によりウエハー面17上に再結像される。

【0033】ここで、ウエハーステージ（XYZステージ）19の上、或いは内部には反射手段としての球面ミラー20が配置されている。ここで球面ミラー20の曲率中心はウエハー面17上とほぼ一致している。投影レンズ16からの光束は球面ミラー20によって反射され、ほぼ同一光路をたどって投影レンズ16、コリメーターレンズ12、ミラー11、205、204と逆進して、干渉計のハーフミラー10に再び戻り透過し、ハーフミラー21に入射する。

【0034】尚、球面ミラー20は平面ミラーでも良い。このときの平面ミラーはウエハー面17とほぼ一致させる。又、投影レンズ16の結像位置に平面ミラーを駆動させ、光束を頂点反射させるようにしても良い。

【0035】実施形態1における干渉計29はラジアルシェアー型となっている。露光装置に搭載されている露光光源の光は、その可干渉距離が短く、干渉計測を行うには参照光束と被検光束の光路長を一致させる必要がある。例えば、光源1がエキシマレーザーの場合で数十m、又、i線ステッパー等の光源からの光束は干渉フィルターによりスペクトル幅が数nm程度となっているので、可干渉距離は数十μmとなる。従って、干渉計29内部で参照光と被検光の光路長差を前述した干渉距離以下に合わせている。

【0036】次に、干渉計29の内部に関して詳述する。まず、ハーフミラー21によりほぼ強度が1:1となるように透過光と反射光に分割される。反射光束はミラー22で反射後にビームエキスパンダー23により中心部が拡大される。例えば、ビームエキスパンダー23の倍率としては通常10倍以上が用いられる。ビームエキスパンダー23によって中心部が拡大された光束はハーフミラー24を透過し、参照光束としてレンズ27で集光されCCDカメラ28面に入射する。

【0037】一方、ハーフミラー21からの透過光束はミラー25で反射され、更にハーフミラー24により反

7
射され、レンズ27で集光され、CCDカメラ28面に入射し、先の中心部が拡大された参照光束と重なり干渉縞が形成される。ここで観察される干渉縞は、参照光束がビームエキスパンダー23により被検光束の中心部が拡大されているため、ほぼ理想波面とみなせるため被検レンズ(投影レンズ)16と途中光学系(コリメーターレンズ12、球面ミラー20、ミラー等)のもつ波面収差及び形状誤差の和の情報を含んでいる。従って、途中光学系の波面収差及び形状誤差等を事前に別の干渉計で測定しておくか、或いは、所謂システムエラー測定法(集光レンズ12の下に球面ミラー20を配置し、0度、180度及び頂点反射の3つの状態で波面収差を測定し、球面ミラー20とその他の光学系の波面収差を演算により求める方法)により求めておき、前述の投影レンズ16を介して測定された波面収差から減算している。

【0038】又、波面収差を正確に測定するためには所謂フリンジスキュン法を用いれば良い。フリンジスキュン法で必要な位相の変調は、例えばPZT素子26によりミラー25を波長程度移動させることにより被検光の光路長を変化させれば良い。或いは参照光路側のミラー22を移動させても良い。

【0039】干渉縞の精処理方法として、所謂電子モアレ法を用いても良い。この場合は、PZT素子26を必要とせず、例えばミラー25を傾けることにより、所謂キャリア縞を発生させれば良い。

【0040】本実施形態では、この様にして測定された投影レンズ16の波面収差から投影レンズ16内の所定のレンズを光軸方向又は光軸と直交する方向又は傾き方向に駆動することにより、例えば球面収差、コマ収差、アス等の補正を行っている。

【0041】図3は本発明の実施形態2に係る干渉計302の要部概略図である。

【0042】本実施形態は図1における干渉計29をマッハツェンダー型のラテラルシェアー干渉計302としたものである。ハーフミラー21を透過した光束のみを微少量傾けた平行平板301へ透過させ、光束を横ずらしする。そしてミラー25で反射させハーフミラー24に入射させている。一方、横ずらししていないハーフミラー21を反射した光束をミラー22で反射させ、ハーフミラー24に入射させ、先の横ずらしした光束と干渉させ、干渉縞をCCDカメラ28により観察する。観察された干渉縞は、投影レンズ16とその他の光学系の和の波面収差の微分値である。従って、これを積分後に実施形態1と同様にシステムエラー分の波面収差を減算すれば投影光学系(投影レンズ)16のみの波面収差を得ることができる。ハーフミラー21の透過側、又は反射側のどちらか一方で光路長を合わせれば可干渉距離の短いE xレーザ、スペクトル幅数nmのi線等でも十分干渉計測が可能となる。

【0043】図4は本発明の実施形態3に係る干渉計の一部分の説明図である。

【0044】本実施形態における干渉計もラテラルシェアー型の干渉計が構成されている。平行平板401へ図1におけるハーフミラー10を透過した光束を斜め入射させている。そして平行平板401の表裏面からの反射光束を干渉させている。表裏面からの光束は進行方向に対して横方向にシフトしているので、実施形態2と同様に観察される干渉縞は投影レンズ16とその他の光学系の和の波面収差の微分値である。従って、同様に積分してシステムエラー分の波面収差を減算して投影レンズ16のみの波面収差を得ている。

【0045】本実施形態の構成ではCCDカメラ面28まで共通光路となり、きわめて安定した測定が可能となる。参照光と被検光の光路長差が平行平板401の肉厚の約2倍相当発生するため、可干渉距離が数cm程度であるエキシマレーザを光源としている場合に有効である。

【0046】図5は本発明の実施形態4に係る干渉計の要部概略図である。

【0047】本実施形態は図1における干渉計29を変形トワイマングリーン型干渉計501としたものである。ハーフミラー21を透過した光束はコリメーターレンズ504により空間フィルター505上に集光され、空間フィルター505を透過後に空間フィルター505のピンホールに曲率中心を有する球面ミラー506により反射されて再度空間フィルター505上に集光し透過する。空間フィルター505のピンホール径はコリメーターレンズ504の開口数で決まるエアリーディスク相当に設定されている。その結果、コリメーターレンズ504からの再出射光は殆ど無収差の平面波となりハーフミラー21により反射され、参照波としている(厳密には、コリメーターレンズ504からの出射波面にはコリメーターレンズ504の透過波面収差が含まれている)。

【0048】一方、ハーフミラー21により反射された光束は、平面ミラー502により反射され、ハーフミラー21を透過して被検波となり参照波と干渉し、結像レンズ507によりカメラ508上に干渉縞が結像し観察される。

【0049】この時、実施形態1と同様に平面ミラー502はPZT素子503により波長程度の移動が行われ、所謂フリンジスキュン法による精処理が施される。ここで、精処理法としては実施形態1でも述べたように電子モアレ法を用いても構わない。この場合は、平面ミラー502を予め傾けておきキャリア縞を発生させれば良い。

【0050】図6は本発明の実施形態5の要部概略図である。

50 【0051】前述した各実施形態においては干渉計をレ

チクル(第1物体)側で構成していたが、本実施形態においてはウエハーステージ(第2物体)側に干渉計を構成し、レチクル14側に球面ミラー605を配置したものである。

【0052】本実施形態の場合は、光路切換ミラー601により波面計測時に露光光源1からの光をビーム整形光学系を介し引き回し光学系602へ導き、干渉計29へと導光している。測定光路は図1の光路と逆になっているだけであり、基本的には同様である。干渉計29としては実施形態1と同タイプのラジアルシェアー型干渉計29を使っているが図3、図4、図5に示すようなラ

テラルシェアー型、トワイマングリーン型を使っても良い。

【0053】本実施形態のように干渉計29をウエハーステージ側に配置することにより、照明光学系5から遠ざけることが可能となり、熱の影響を受けにくくなり、より安定した干渉計測が可能となる。又、コリメーターレンズ604のNAが球面ミラー605のNAよりも大きくなるので所謂システムエラー測定法でのシステムエラー測定時に球面ミラー605の全面の形状(システム

エラー)を求めることができるようになる(レチクル側に干渉計を配置した場合は球面ミラーの形状は実際に使う1部のNAしか求めることができない)。

【0054】図7は本発明の実施形態6の要部概略図である。

【0055】本実施形態は光源1からの光束をビーム整形光学系2、光路切換ミラー601、引き回し光学系602、ミラー701、603を介して集光レンズ604でウエハーステージ側に導き、ウエハーステージ面上に集光させている。そしてウエハーステージ面17からの光束は投影光学系16によりレチクル面15に結像し、そこからの光束をレチクル側に配置した図1で示すのと同様の干渉計29により波面収差の計測を行っている。本実施形態ではシングルパスでの干渉計を構成している。

【0056】図8は本発明の実施形態7の要部概略図である。

【0057】本実施形態は露光光源1からの光束をビーム整形光学系2、切換ミラー5、引き回し光学系6、ミラー801、レンズ802によってレチクル15側に導き、レチクル15面上に集光させている。そして投影光学系16によりウエハーステージ面上に結像した光束をウエハーステージ面に配置した図1と同様の干渉計29により波面収差の計測を行っている。本実施形態では実施形態5と同様にシングルパスでの干渉計が構成されているが、干渉計の配置に違いがある。

【0058】以上述べた各実施形態で干渉計がレチクル側に配置されている実施形態1、2、3、4、6においては、レチクル面からの光束を干渉計へ導光するコリメーターレンズ12、703は露光装置に搭載されているTTRアライメントスコープの対物レンズと共有しても

構わない。この場合、コリメーターレンズ透過後にハーフミラー或いは切換ミラーを配置して、波面計測及びアライメント観察の切換を行えば良い。

【0059】又、以上述べたいずれの実施形態においても、波面計測で得られる波面の回転非対称成分、特に傾き成分及び回転対称成分、特にデフォーカス成分と測長器等で得られる波面計測時のコリメーターレンズ12及び球面ミラー20のXYZ座標から投影レンズ16の持つ像面湾曲及びディストーションを求めることが可能である。

【0060】本発明では、実施形態1〜7で示した干渉計により測定された投影レンズ16の波面収差及び像面湾曲、ディストーションをもとに投影レンズ16内に設けられている間隔調整機構、偏心調整機構等を使って、所望の収差量に調整・制御している。

【0061】

【発明の効果】本発明によれば、投影露光装置本体上で様々な照明条件においても投影光学系の光学性能を簡便に短時間で高精度に測定し検査することが可能な干渉計を搭載した投影露光装置を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1の要部概略図

【図2】 図1におけるレチクル面への光束の経路を示す詳細図

【図3】 本発明の実施形態2に係る干渉計の説明図

【図4】 本発明の実施形態3に係る干渉計の説明図

【図5】 本発明の実施形態4に係る干渉計の説明図

【図6】 本発明の実施形態5の要部概略図

【図7】 本発明の実施形態6の要部概略図

【図8】 本発明の実施形態7の要部概略図

【符号の説明】

1: 露光光源

2: ビーム整形光学系

3: 光路切換ミラー

4: インコヒーレント化ユニット

5: 照明光学系

6: 引き回し光学系

7: 集光レンズ

8: 空間フィルター

9: コリメーターレンズ

10: ハーフミラー

11: 反射ミラー

12: コリメーターレンズ

13: XYZステージ

14: コリメーターユニット

15: レチクル面

16: 投影レンズ

17: ウエハーステージ

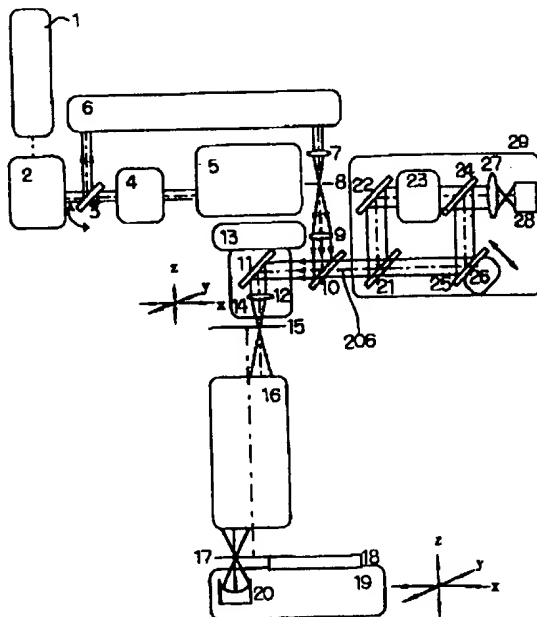
18: ウエハーステージ

19: ウエハーステージ

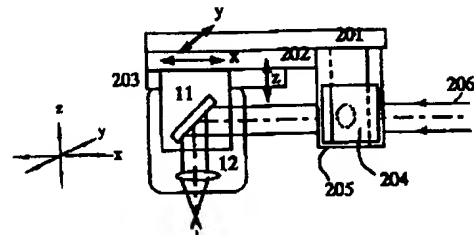
20: 球面ミラー
 21: ハーフミラー
 22: 反射ミラー
 23: ビームエキスパンダー
 24: ハーフミラー
 25: 反射ミラー
 26: PZT素子
 27: 結像レンズ
 28: CCDカメラ
 201: yステージ
 202: xステージ
 203: zステージ
 204: 反射ミラー
 205: 反射ミラー
 206: ハーフミラー10からの光束
 301: クサビ付き平行平板
 302: ラテラルシェアー型干渉計
 401: クサビ付き平行平板
 402: ラテラルシェアー型干渉計
 501: 変形トワイマングリーン型干渉計
 502: 平面ミラー

503: PZT素子
 504: 集光レンズ
 505: 空間フィルター
 506: 球面ミラー
 507: 結像レンズ
 508: CCDカメラ
 601: 光路切換ミラー
 602: 引き回し光学系
 603: 反射ミラー
 604: 集光レンズ
 605: 反射ミラー
 701: 反射ミラー
 702: 反射ミラー
 703: コリメーターレンズ
 704: コリメーターユニット
 801: 反射ミラー
 802: 集光レンズ
 803: 集光レンズユニット
 804: コリメーターレンズ
 805: 反射ミラー

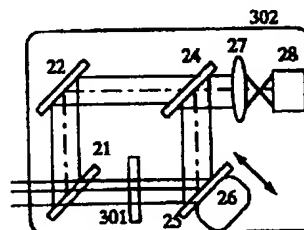
【図1】



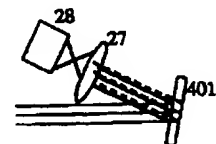
【図2】



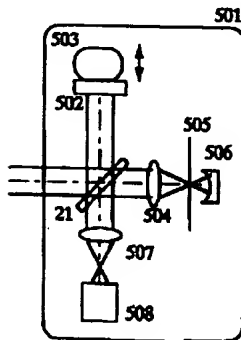
【図3】



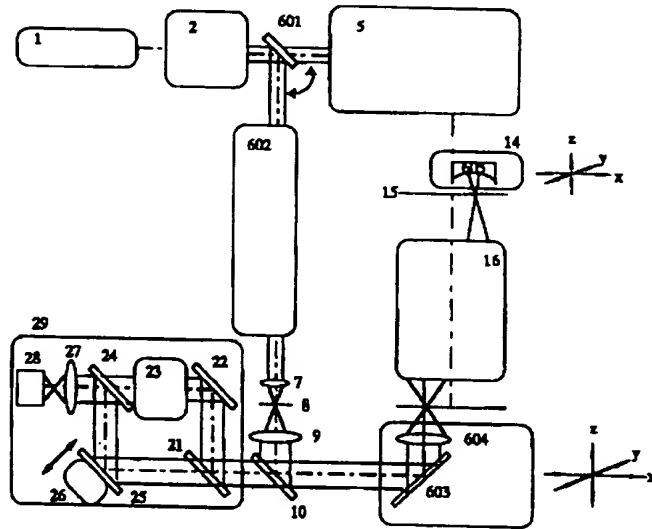
【図4】



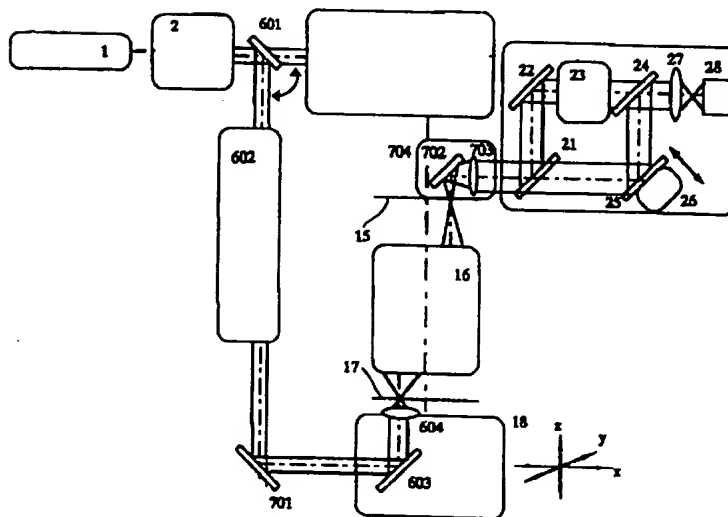
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

